

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

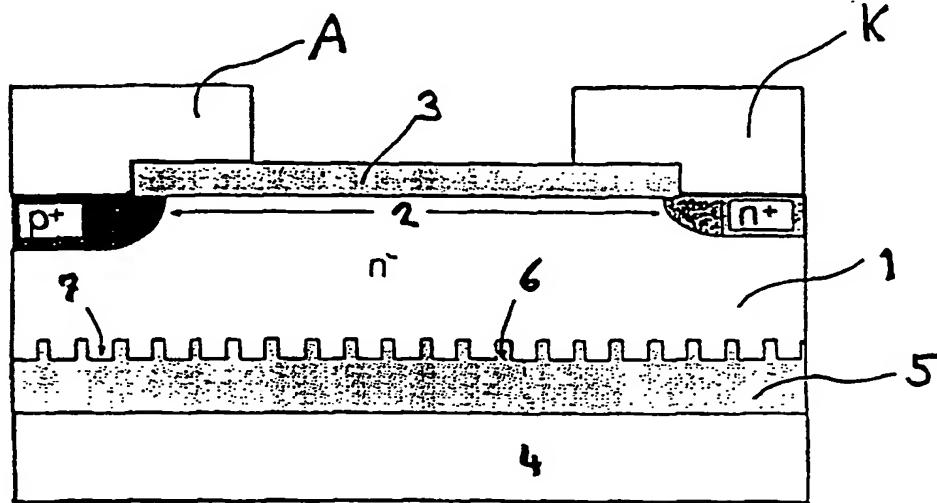
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H01L 29/739, 29/74, 29/868, 29/06, 21/331, 21/329, 21/332, 21/20		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/59208 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. November 1999 (18.11.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01410		(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 10. Mai 1999 (10.05.99)		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(30) Prioritätsdaten: 198 20 956.8 11. Mai 1998 (11.05.98) DE			
(71)(72) Anmelder und Erfinder: SILBER, Dieter [DE/DE]; Darmstädter Strasse 41, D-63179 Oberursel (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WONDRAK, Wolfgang [DE/DE]; Reinganumstrasse 24, D-60385 Frankfurt am Main (DE). PLIKAT, Robert [DE/DE]; Schillerstrasse 61, D-72800 Eningen (DE).			
(74) Anwälte: DZIEWIOR, Joachim usw.; Postfach 17 67, D-89007 Ulm (DE).			

(54) Title: HIGH-VOLTAGE SEMICONDUCTOR COMPONENT, METHOD FOR THE PRODUCTION AND USE THEREOF

(54) Bezeichnung: HOCHSPANNUNGS-HALBLEITER-BAUELEMENT UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG SOWIE
VERWENDUNG DES HALBLEITER-BAUELEMENTS

(57) Abstract

The invention relates to a semiconductor component with at least one lateral area accommodating a lateral electrical field intensity. The body of the semiconductor contains and/or at least partially comprises a lateral three-dimensional structure in areas that are close to the surface of said semiconductor body. The three-dimensional structure has vertical cavities with a lower degree of internal conductivity than in the intermediate areas between said cavities. The invention also relates to a method for the production and to the use of said semiconductor component.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Halbleiter-Bauelement mit mindestens einem lateralen Bereich, welcher zur Aufnahme einer lateralen elektrischen Feldstärke vorgesehen ist, wobei der Halbleiterkörper im Halbleiterkörper und/oder in oberflächennahen Bereichen des Halbleiterkörpers zumindest bereichsweise eine laterale, dreidimensionale Struktur aufweist, welche vertikale Vertiefungen im Halbleiterkörper aufweist, innerhalb derer die elektrische Leitfähigkeit geringer ist als in den Zwischenräumen des Halbleiterkörpers zwischen den Vertiefungen, sowie Verfahren zur Herstellung sowie eine Verwendung des Halbleiterbauelements.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		

HORSPANNUNGS-HALBLEITER-BAUELEMENTS UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG SOWIE VERWENDUNG DES HALBLEITER- BAUELEMENTS

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Halbleiter-Bauelement mit mindestens einem lateralen Bauelement zur Aufnahme einer lateralen elektrischen Feldstärke sowie Verfahren zur Herstellung und eine Verwendung gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

In der DE-A1-42 33 773 ist ein mikroelektronisches Bauelement in sogen. SOI-Technologie (Semiconductor-On-Insulator) offenbart, welches eine erhöhte Durchbruchsspannung aufweist. Das Halbleiter-Bauelement weist ein laterales Bauelement in einem Halbleiterkörper mit einem Substrat auf, wobei an das Substrat angrenzend eine dielektrische Zone angeordnet ist, in der elektrisch leitfähige Bereiche eingebettet sind. Die Anordnung erfordert eine Justierung der vergrabenen Struktur bezüglich des lateralen Bauelements, was technologisch aufwendig ist.

20 Weiterhin sind sowohl laterale als auch vertikale Bauelemente vorgeschlagen worden, welche an der Oberfläche Strukturen aufweisen, die zur Reduzierung der Oberflächenfeldstärke vorgesehen sind, um die Durchbruchsspannung zu erhöhen. Derartige Feldplatten oder Feldringe führen jedoch ebenfalls zu einem hohen technologischen Aufwand bei der Herstellung derartiger Bauelemente.

25

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Halbleiter-Bauelement und ein Verfahren zu seiner Herstellung anzugeben, welches Bauelemente gemäß der vorausgehend beschriebenen Art verbessert und insbesondere höhere Durchbruchsspannungen ermöglicht.

30 Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weiterführende und vorteilhafte Ausgestaltungen sind den weiteren Ansprüchen und der Beschreibung zu entnehmen.

ERSATZBLATT (REGEL 26)

Ein erfindungsgemäßes Halbleiter-Bauelement weist im Halbleiterkörper und/oder in oberflächennahen Bereichen des Halbleiterkörpers zumindest bereichsweise eine laterale, dreidimensionale Struktur auf, welche vertikale Vertiefungen im Halbleiterkörper aufweist, innerhalb derer die elektrische Leitfähigkeit geringer ist als in den Zwischenräumen des Halbleiterkörpers zwischen den Vertiefungen.

5 In einer bevorzugten Ausführung ist das Halbleiter-Bauelement ein laterales Bauelement mit einer an ein Substrat angrenzenden dielektrischen Zone und zwischen dielektrischer Zone und Halbleiterkörper zumindest unter einem Teilbereich des lateralen Bauelements angeordneter lateraler, dreidimensionaler Struktur, die mit der dielektrischen Zone in unmittelbarer Verbindung steht.

10 In einer günstigen Ausführung der Erfindung weist die dreidimensionale Struktur Inseln auf, welche durch vertikale Vertiefungen voneinander getrennt sind, wobei die elektrische Leitfähigkeit in den Vertiefungen geringer ist als die in den Inseln.

15 In einer weiteren günstigen Ausführung der Erfindung weist die dreidimensionale Struktur Stege auf, welche durch vertikale Vertiefungen voneinander getrennt sind, wobei die elektrische Leitfähigkeit in den Vertiefungen geringer ist als die in den Stegen.

20 Günstig ist, im Halbleiterkörper zumindest bereichsweise lateral einen Halbleiter aus einem weiteren Material, insbesondere polykristallines Silizium, anzuordnen, welcher an die dielektrische Zone grenzt.

25

Günstig ist, zwischen Substrat und dielektrischer Zone zumindest bereichsweise eine laterale Halbleiterschicht anzuordnen.

30 Eine weitere günstige Anordnung ist, zwischen Substrat und dielektrischer Zone zumindest bereichsweise eine laterale Isolatorschicht anzuordnen.

Vorteilhaft ist, bei einem lateralen Bauelement zumindest bereichsweise die Breite der Vertiefungen in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das laterale Bauelement kleiner als 10% der lateralen Driftstrecke des lateralen Bauelements vorzusehen.

- 5 Eine bevorzugte Ausführung ist, daß bei einem lateralen Bauelement zumindest bereichsweise die Breite der Zwischenräume zwischen benachbarten Vertiefungen in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das laterale Bauelement in etwa kleiner als 30% der lateralen Driftstrecke ist.
- 10 Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist, daß zumindest bereichsweise Vertiefungen in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das Halbleiter-Bauelement in etwa äquidistant sind. Dies vereinfacht die Herstellung des Bauelements, da keine aufwendigen Technologieschritte und insbesondere keine Justierung der Struktur bezogen auf das laterale Bauelement notwendig ist.

15

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist, daß zumindest bereichsweise die Dichte von Vertiefungen in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das Halbleiter-Bauelement verschieden ist. Die Durchbruchspannung läßt sich weiter erhöhen, indem die Dichte der Vertiefungen in verschiedenen Bereichen des Halbleiterkörpers unterschiedlich ist. Insbesondere ist es günstig, unterhalb unterschiedlicher funktioneller Bereiche des Bauelements unterschiedliche Dichten der Vertiefungen vorzusehen.

- 20 Zweckmäßigerweise ist zumindest bereichsweise die Tiefe der Vertiefungen größer als deren Breite. Günstigerweise ist zumindest bereichsweise die Breite der Vertiefungen geringer als die Dicke der dielektrischen Zone. Der besondere Vorteil ist, daß bei vergleichbarer Sperrspannung die Dicke der dielektrischen Zone eines erfindungsgemäßen Bauelements geringer sein kann als bei einem herkömmlichen Bauelement. Die Wärmeableitung im erfindungsgemäßen Bauelement ist verbessert und gleichzeitig ist das Verhalten des erfindungsgemäßen Bauelements beim Auftreten kurzzeitiger hoher elektrischer Leistung verbessert. Günstig ist auch, zumindest bereichsweise die Breite der Vertiefungen geringer als die Breite der zwischen den Vertiefungen angeordneten Bereiche des Halbleiterkörpers vorzusehen.

Der Halbleiterkörper zwischen den Vertiefungen stellt durch die Vertiefungen unterbrochene Zonen dar, in denen sich Elektronen- oder Löcherkanäle bilden können, die in ihrer elektrostatischen Wirkung bereits gering entfernt von dem Bereich wie eine kontinuierliche Ladungsverteilung scheinen, so daß Feldgradienten und/oder Raumladungszonenkrümmung 5 verringert werden, was zu einer Erhöhung der Durchbruchspannung führt.

Eine vorteilhafte Anordnung ist, daß die Erfindung bei einem Halbleiter-Bauelement mit einer Randstruktur zum Reduzieren der Oberflächenfeldstärke des Bauelements vorzusehen, wobei die Randstruktur an oder in einer äußeren Oberfläche des Halbleiterkörpers zumindest 10 benachbart zum Wirkungsbereich einer oberflächennahen Raumladungszone an einem Sperrkontakt in dem Halbleiterkörper angeordnet ist, wobei der Halbleiterkörper zumindest bereichsweise an der Oberfläche eine laterale, dreidimensionale Struktur mit vertikalen Vertiefungen aufweist, innerhalb derer die elektrische Leitfähigkeit geringer ist als die des Halbleiterkörpers.

15 In einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit einem Halbleiterkörper und einem Substrat werden an einer Oberfläche des Halbleiterkörpers, welche dem lateralen Bauelement gegenüberliegt, zuerst zumindest bereichsweise Vertiefungen geätzt, die Vertiefungen anschließend mit einem Material gefüllt, welches hochohmiger ist 20 als das Material des Halbleiterkörpers zwischen den Vertiefungen und mit einer Lage eines dielektrischen Materials überdeckt und zumindest mittelbar mit dem Substrat verbunden, oder eine zur Verbindung mit dem Halbleiterkörper vorgesehene Oberfläche eines Substrats wird mit einem Oxid versehen, und zumindest bereichsweise werden Vertiefungen in das Oxid eingebracht und mit einem Halbleitermaterial gefüllt, anschließend einer Lage aus einem 25 Halbleitermaterial überdeckt und die überdeckende Lage zumindest mittelbar mit dem Halbleiterkörper verbunden.

30 In einem weiteren erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit einer Randstruktur werden entweder zumindest bereichsweise in die Oberfläche des Halbleiterkörper Vertiefungen eingebracht, wobei die Vertiefungen mit einem Dielektrikum gefüllt werden, oder die Oberfläche des Halbleiterkörpers wird zumindest bereichsweise mit

einem Oxid beschichtet, wobei in das Oxid Vertiefungen eingebracht und mit Halbleitermaterial gefüllt werden.

Besonders günstig ist, die Vertiefungen im wesentlichen homogen über Flächenbereiche

5 oder ganze Halbleiterscheiben anzubringen. Der Vorteil der erfindungsgemäßen Verfahren liegt darin, daß keine aufwendige Technologie für die Herstellung der lateralen Struktur, insbesondere keine Justierung hinsichtlich eines lateralen und/oder vertikalen Bauelements im Halbleiterkörper notwendig ist.

10 Der Vorteil der lateralen Struktur besteht darin, daß eine Feldstärke im Halbleiterkörper oder an der Oberfläche des Halbleiterkörpers teilweise abgeschirmt wird, so daß das Sperrverhalten des Bauelements verbessert wird. Die erfindungsgemäße Struktur ist insbesondere für Bauelemente auf SOI-Basis (Silicon-On-Insulator) geeignet und auch für vertikale oder laterale Bauelemente, bei denen feldstärkereduzierende Strukturen an der Oberfläche zur

15 Reduzierung einer Oberflächenfeldstärke und/oder der Krümmung von Raumladungszonen vorgesehen sind. Besonders günstig ist die Anwendung in Verbindung mit Feldplatten oder feldringartigen Strukturen an der Oberfläche.

Vorteilhaft ist Verwendung eines Bauelements mit lateraler dreidimensionaler Struktur in

20 einer Treiberschaltung für leistungselektronische Umrichtersysteme. Die Spannungsfestigkeit kann leicht auf über 500V angehoben werden, so daß ein Einsatz für Netze mit höherer Spannung, insbesondere für 220 V-Netze oder 380 V-Drehstromnetze möglich ist.

Im folgenden sind die Merkmale, soweit sie für die Erfindung wesentlich sind, eingehend

25 erläutert und anhand von Figuren näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen Bauelements des IGBT-Typs,

Fig. 2 Kennlinien von Sperrströmen eines Bauelements mit und ohne erfindungsgemäßer Struktur,

30 Fig. 3 Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen Bauelements mit Feldreduzierungsstruktur

Fig. 4 Kennlinien von Sperrströmen eines Bauelements mit (b) und ohne (a) erfindungsgemäßer Struktur.

Im folgenden Ausführungsbeispiel ist die Erfindung anhand eines bipolaren IGBT-Bauelements beschrieben. Es versteht sich jedoch, daß die erfindungsgemäße Lösung sich zumindest für mikroelektronische laterale Bauelemente eignet, bei denen sogen. Back-Gate-Probleme auftreten, wie Dioden oder Transistoren, aber besonders auch Bauelemente des IGBT-Typs verschiedener Ausführungsarten von IGBTs und/oder Bauelemente des Thyristor-Typs verschiedener Ausführungsarten von Thyristor-Bauelementen, bei denen Back-Gate-Probleme besonders ins Gewicht fallen.

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Lösung anhand eines Prinzipbildes eines bidirektionalen Insulated-Gate-Bipolar-Transistor-Bauelements (IGBT) dargestellt. In einem Halbleiterkörper 1 ist ein laterales Bauelement mit Anodenanschluß A und Kathodenanschluß K als Hauptelektroden an der äußeren Oberfläche des Halbleiterkörpers 1 gezeigt. Unterhalb des Anodenanschlusses A ist ein p^+ -dotierter Bereich, unterhalb des Kathodenanschlusses K ist ein n^+ -dotierter Bereich jeweils im oberflächennahen Bereich angeordnet. Zwischen den Hauptelektroden befindet sich die Driftstrecke 2 des lateralen Bauelements. Diese ist mit einer Schicht, insbesondere einem Oxid 3, bedeckt. Der Halbleiterkörper 1 außerhalb der dotierten Bereiche weist eine n^- -Dotierung auf. Zwischen Halbleiterkörper 1 und Substrat 4 ist eine Zone angeordnet, die substratseitig eine dielektrische Zone 5 aufweist, an die eine laterale dreidimensionale Struktur angrenzt, wobei Vertiefungen 6 in den Halbleiterkörper hineinragen. Die elektrische Leitfähigkeit innerhalb der Vertiefungen 6 ist geringer als die der Zwischenräume 7 zwischen den Vertiefungen 6, wobei die Zwischenräume 7 Bereiche des Halbleiterkörpers 1 darstellen. Der Übersichtlichkeit wegen ist nur jeweils eine Vertiefung der Vertiefungen 6 und ein Zwischenraum der Zwischenräume 7 mit einem Bezugszeichen versehen.

Die Vertiefungen 6 sind mit einem Material gefüllt, das eine geringere elektrische Leitfähigkeit aufweist als das Material in den Zwischenräumen 7, vorzugsweise können die Vertiefungen mit demselben dielektrischen Material gefüllt sein, welches die angrenzende dielektrische Zone 5 bildet. Ebenso können die Zwischenräume 7 aus demselben Halbleitermateri-

al gebildet sein wie der Halbleiterkörper 1. Es ist jedoch auch möglich, die Vertiefungen mit einem anderen dielektrischen Material als die dielektrische Zone zu füllen, oder auch mit semiisolierendem Material.

- 5 In einer günstigen Ausführung ist zwischen dem Halbleiterkörper 1 und der dielektrischen Zone 5 ein weiteres Halbleitermaterial angeordnet, vorzugsweise eines mit größerem energetischen Bandabstand von Valenz- und Leitungsband. In einer besonders günstigen Kombination wird der Halbleiter aus Silizium und der Bereich zwischen Halbleiterkörper 1 und dielektrischer Zone 5 aus Siliziumkarbid gebildet. Eine solche Materialkombination unterstützt 10 die vorteilhafte Wirkung der Erfindung hinsichtlich der Erhöhung der Durchbruchspannung zusätzlich.

Wird der Halbleiterkörper 1 auf einem separaten Substratwafer 4 aufgebondet, wie dies insbesondere bei sogen. SOI-Bauelementen (Silicon-On-Insulator) üblich ist, kann die laterale 15 dreidimensionale Struktur 6, 7 sowohl im aktiven Halbleiterkörper 1 als auch im Substratwafer 4 hergestellt werden.

Vorzugsweise werden in die Rückseite des Halbleiterkörpers 1, welche der Vorderseite mit dem lateralen Bauelement gegenüberliegt, Vertiefungen 6 eingebracht, insbesondere geätzt. 20 Anschließend werden die Vertiefungen 6 mit einem Oxid, insbesondere Siliziumoxid, gefüllt, wobei eine dickere Oxidschicht schließlich die Vertiefungen 6 vollständig überdeckt. Die Schicht wird anschließend planarisiert und bildet die dielektrische Zone 5. Auf diese wird ein Substratwafer insbesondere mit dem sogen. Silizium-Direkt-Bonding-Verfahren aufgebondet.

25

Es ist jedoch auch möglich, nicht die dielektrische Zone 5 selbst zu planarisieren, sondern diese mit einem Halbleiter, insbesondere polykristallines Silizium, zu beschichten und erst dieses dann zu planarisieren. Dies ist von Vorteil, wenn das dielektrische Material schwer zu polieren oder zu bearbeiten ist. Das Substrat wird dann mit der planarisierten Halbleiter-30 schicht verbunden. Es ist auch möglich, auf einen Planarisierungsschritt ganz zu verzichten.

Eine weitere günstige Anordnung besteht darin, einen als Substrat 4 vorgesehenen Wafer zumindest an der zur Verbindung vorgesehenen Oberfläche zu oxidieren oder mit einem Oxid zu beschichten und dann mit der dielektrischen Zone 5 zu verbinden.

5 Eine weitere günstige Anordnung ist, einen als Substrat 4 vorgesehenen Wafer zu oxidieren und in das Waferoxid Gräben einzubringen, die mit Halbleitermaterial gefüllt werden, insbesondere polykristallines Silizium. Die Gräben können mit weiterem Halbleitermaterial überdeckt und planarisiert werden und anschließend mit dem Halbleiterkörper 1 verbunden werden. In diesem Fall ist eine Grenzschicht zwischen Halbleiterkörper 1 und Halbleitermaterial 10 der lateralen dreidimensionalen Struktur vorhanden. Die Gräben im Waferoxid entsprechen den Zwischenräumen 7 und die Zwischenräume zwischen den Gräben im Waferoxid den Vertiefungen 6 im Halbleiterkörper.

15 Die Vertiefungen 6 der erfindungsgemäßen lateralen dreidimensionalen Struktur 6, 7 stellen im wesentlichen Unterbrechungen eines vergrabenen Kanals in Kanalabschnitte dar, die durch die Zwischenräume 7 des Halbleiterkörpers gebildet werden und ermöglichen dort einen lateralen Spannungsabfall. Auf größere Abstände wirken diese Kanalabschnitte 7 wie eine kontinuierliche Verteilung von Ladungsträgern. Eine Vertiefung 6 unterbricht einen Kanal in eine Kanalabschnitt, so daß sich an einer Seite des Zwischenraums 7 Ladungsträger 20 ansammeln, z.B. Löcher in einem n-dotierten Halbleiterkörper 1, wenn eine laterale Spannung anliegt. Die Ladungsträger an der Seite schirmen das Gebiet vom Potential des Substrats 4 ab, und die Feldstärke, die aufgrund der unterschiedlichen elektrischen Potentiale von Halbleiterkörper 1 und Substrat 4 im Halbleiterkörper 1 entsteht, ist gering.

25 Falls sich Diffusionsstrom und durch das elektrische Feld induzierter Strom ausgleichen, ergibt sich der resultierende Löcherstrom zu Null. Steigt der Spannungsabfall über die Vertiefung 6 an, so wird ab einer Grenzspannung der Feldanteil des Stroms jedoch so groß, daß die Ladungsträger in Richtung Kathode in den nächsten Zwischenraum 7 fließen. Werden die Ladungsträger des Kanalabschnitts abgesaugt, breitet sich eine Raumladungszone aus, 30 und die elektrische Feldstärke ist hoch. Ist die Breite des Zwischenraums 7 zu groß 7, kann sich eine Stoßionisation ausbreiten, die jedoch durch Verringern der Breite des Zwischenraums, d.h. Erhöhung der Zahl der Vertiefungen 6, verringert werden kann und eine Stoßio-

nisation nur noch an der Bauelementoberfläche auftritt. Ein Potentialsprung zwischen Substrat 4 und Halbleiterkörper kann größtenteils durch die dielektrische Zone 5 aufgenommen werden, während das elektrische Potential im Halbleiterkörper 1 auch lateral ansteigt.

- 5 Die einzelnen Kanalabschnitte können bei steigender Spannung zwischen Anode und Kathode und sich ausbreitender Raumladungszone Spannung aufnehmen, so daß Feldgradien-ten und die Krümmung der Raumladungszone im Halbleiterkörper 1 geringer werden. Damit steigt die Sperrspannung des Bauelements.
- 10 Besonders vorteilhaft ist, wenn die Dimension der Tiefe der Vertiefungen 6 größer ist als die Breite der Vertiefungen. Günstig ist auch, die Zwischenräume 7 breiter zu wählen als die Breite der Vertiefungen 6. Eine günstige Dimensionierung für die Vertiefungen 6 und Zwi-15 schenräume 7 sind in einem lateralen Bauelement, wenn die Breite der Vertiefungen 6 in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das laterale Bauelement (z.B. die Bildebene in Fig. 1) höchstens 10% der lateralen Driftstrecke 2 des lateralen Bauelements ist. Vorzugs-weise sind die Zwischenräume 7, d.h. der Abstand zwischen zwei unmittelbar benachbarten Vertiefungen 6 schmäler als 30% der lateralen Driftstrecke 2.

- 20 Je mehr Vertiefungen 6 und damit auch Zwischenräume 7 unterhalb des lateralen Bauele-ments angeordnet sind, desto stärker ist der Effekt auf die Erhöhung der Durchbruchspan-nung. Dies ist in Fig. 2 dargestellt. In der Figur sind Kurven dargestellt, die den Verlauf des Sperrstroms als Funktion von der angelegten Spannung zeigen. Als Variable ist die Zahl der Vertiefungen 6 unterhalb des lateralen Bauelements angegeben. Ab etwa 4 Vertiefungen 6 ist ein Effekt auf den Sperrstrom zu erkennen, der bei etwas höherer Spannung durchbricht.
- 25 Bei etwa 100 Vertiefungen ist der Effekt auf den Sperrstrom stark ausgeprägt, die Durch-bruchspannung ist auf über 700 V angestiegen. Günstige Breiten der Vertiefungen sind im Bereich 0,2 bis 2 µm und Tiefen von 0,5 bis 2 µm.

- 30 Günstig ist, wenn die Breite der Zwischenräume 7 größer ist als die Dicke der dielektrischen Zone 5. Ein besonderer Vorteil der lateralen dreidimensionalen Struktur 6, 7 ist, daß die dielektrische Zone 5, die in den meisten im Stand der Technik bekannten Ausführungsfor-men eine schlechte Wärmeleitfähigkeit besitzt, bei gleicher Sperrfähigkeit des Bauelements

dünner ausgeführt werden als bei einem vergleichbaren Bauelement ohne Struktur 6, 7. Um bei einem Bauelement gemäß dem Stand der Technik eine größere Sperrfähigkeit zu erzielen, kann zwar die dielektrische Zone 5 dicker ausgeführt werden, jedoch verschlechtern sich die Eigenschaften des Bauelements wegen der verschlechterten Wärmeabfuhr aus der aktiven Zone des Bauelements. Überdies begrenzen technologische Probleme die Erzeugung sehr dicker Schichten 5, wie sie für hochsperrende Bauelemente benötigt würden. Das Problem ist bei kurzzeitig auftretenden hohen Leistungen in einem Bauelement besonders gravierend, so daß ein Bauelement gemäß der Erfindung für einen solchen Einsatz wesentlich vorteilhafter ist. Die Wärmeabfuhr kann durch eine optimale Auslegung und Abstimmung der dielektrischen Zone 5 und der Vertiefungen 6 und Zwischenräume 7, insbesondere auch durch die Wahl der Materialien für die Vertiefungen 6 und die Zwischenräume 7, optimiert werden.

15 Bevorzugt sind die Vertiefungen 6 so angeordnet, daß das Halbleitermaterial dazwischen zylinderförmig stehenbleibt. Eine weitere bevorzugte Anordnung ist, daß das Halbleitermaterial zwischen den Vertiefungen 6 Stege bildet.

20 Von besonderem Vorteil ist, wenn sich die Vertiefungen 6 im wesentlichen homogen über den Querschnitt des Bauelements parallel zu dessen Oberfläche erstrecken. Damit entfällt eine aufwendige Justierung der lateralen Struktur hinsichtlich des lateralen Bauelements, womit die Prozeßtechnologie erheblich vereinfacht wird. Grundsätzlich kann die laterale Struktur auch nur einen Teil des Querschnitts des Bauelements lateral ausfüllen.

25 Eine weitere Verbesserung der Sperrfähigkeit kann erreicht werden, wenn die Vertiefungen 6 unterhalb von verschiedenen funktionalen Bereichen des Halbleiterkörpers verschieden dicht angeordnet sind. Zwar entfällt damit teilweise der Vorteil der einfacheren Prozeßtechnologie, jedoch kann die Sperrfähigkeit noch weiter gesteigert werden. Besonders günstig ist, die Dichte unter einer Hauptelektrode dichter zu wählen als unterhalb der Driftstrecke 2.

30 Die genaue Dimensionierung ist vom verwendeten Halbleitermaterial, den Dotierverhältnissen und dem Einsatzzweck des Bauelements abhängig. Für eine geeignete Dimensionierung von Vertiefungen 6 und Zwischenräumen 7 ist es günstig, die Breite der Vertiefungen 6

möglichst klein zu halten, so daß möglichst viele Zwischenräume 7 ausgebildet werden können, da der laterale Spannungsabfall über der Struktur 6, 7 im wesentlichen von der Anzahl der Kanalabschnitte 7 abhängt.

5 Die pro Zwischenraum 7 aufnehmbare Spannung nimmt mit der Tiefe der Vertiefungen 6 zu, so daß das Aspektverhältnis (Tiefe zu Breite der Vertiefungen 6) möglichst hoch gewählt werden soll. Dem entgegen steht die entsprechende Reduktion der wirksamen Bauelementdicke im Halbleiterkörper 1. Die Wirksamkeit der Vertiefungen 6 ist in Bereichen hoher Feldstärke besonders hoch, so daß eine erhöhte Dichte von Vertiefungen 6 im Bereich unterhalb eines sperrgepolten Übergangs im Halbleiterkörper zweckmäßig ist.

10 Da die Oxiddicke der dielektrischen Zone 5 die Höhe der elektrischen Feldstärke an der unteren Grenzschicht zum Substrat 4 bestimmt, ist es zweckmäßig, die dielektrische Zone 5 möglichst so dünn zu machen, wie ihre Durchbruchfeldstärke erlaubt. Es ist gemäß der Erfindung demnach nicht mehr notwendig, die Zone 5 deshalb dicker auszuführen, weil eine im Halbleiterkörper 1 etwaig auftretende Feldstärke erniedrigt werden müßte. Gleichzeitig führt die verringerte Dicke der Zone 5 zu der vorteilhaften verbesserten Wärmeabfuhr aus der aktiven Zone.

15 20 Bei der Dimensionierung der Zwischenräume 7 ist die Dotierungskonzentration der Driftstrecke 2 zu beachten, da in den Zwischenräumen 7, in denen die Ladungsträger der Kanalabschnitte abgesaugt werden, Stoßionisation auftreten kann, die das Sperrverhalten ungünstig beeinflußt.

25 30 In einem bevorzugten Bauelement gemäß der Erfindung ist eine günstige Dicke des Halbleiterkörpers 1 etwa 10 µm bei einer Driftstrecke 2 von etwa 150 µm und einer unterhalb der Driftstrecke 2 angeordneten Anzahl von etwa 140 Vertiefungen 6. Die Sperrspannung des Bauelements gemäß Fig. 1 ist bis über 1100 V erhöht.

30 Sind Zwischenräume 7 sehr schmal, greift die Feldstärke weniger stark von der Substratseite her in den Halbleiterkörper 1 ein. Dies führt zu einer erhöhten Feldstärke im Bereich eines sperrgepolten pn-Übergangs in einem Bauelement gemäß Fig. 1. Wenn verhindert werden

soll, daß die elektrische Wirkung des Substrats 4 zu stark unterbunden wird, ist eine Breite der Zwischenräume 7 günstig, die mindestens so groß ist, daß ein vertikales Durchgreifen der Feldstärke vom Substrat 4 zur Oberfläche des Halbleiterkörpers 1 noch möglich ist.

5 Besonders günstig ist die Verwendung der lateralen Struktur 6, 7 in den verschiedenen Varianten von Bauelementen des IGBT-Typs und auch in den verschiedenen Varianten von Bauelementen des Thyristor-Typs.

In Fig. 3 ist eine weitere erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe anhand einer vertikalen
10 Diode dargestellt. Das dargestellte Bauelement ist ein vertikales Bauelement, bei dem Anodenanschluß A und Kathodenanschluß K auf entgegengesetzten Oberflächen des Halbleiterkörpers 1 angeordnet sind und weist eine Feldreduzierungsstruktur an der Oberfläche auf. Die Feldreduzierungsstruktur ist jedoch auch bei lateralen Bauelementen in vergleichbarer Weise einsetzbar.

15 Der Halbleiterkörper 1 in Fig. 3 weist unterhalb des Anodenanschlusses A einen p^+ -dotierten Bereich in einem n^- -dotierten Gebiet des Halbleiterkörpers. Zum Kathodenanschluß K hin ist der Halbleiterkörper 1 n^+ -dotiert. Eine laterale Struktur mit Vertiefungen 6 im Halbleiterkörper 1 und Zwischenräumen 7 des Halbleitergebiets 1 zwischen den Vertiefungen 6 ist an der
20 Oberfläche 8 des Halbleiterkörpers 1 angeordnet. Der Übersichtlichkeit wegen sind nur einige der Vertiefungen 6 und nur einige der Zwischenräume 7 mit Bezugszeichen versehen. Die laterale Struktur 6, 7 bildet eine Feldreduktionsstruktur im Wirkungsbereich einer Raumladungszone im Halbleiterkörper 1 und ist dazu vorgesehen, die Feldstärke an der Oberfläche 8 zu reduzieren. Sie kann benachbart zu einem Hauptelektrodenanschluß in vergleichbarer
25 Weise wie übliche Feldringe, Feldplatten und andere Randstrukturen ausgebildet sein. Vorteilhaft ist, die Zwischenräume 7 als Inseln oder Stege auszubilden, die durch die Vertiefungen 6 getrennt sind. Die Dimensionierung kann in vergleichbarer Weise vorgenommen werden, wie bei den Ausführungen zu lateralen Bauelementen gemäß Fig. 1 beschrieben ist. Als
30 Bezugsgröße für günstige Dimensionierungen wird die dort beschriebene laterale Driftstrecke 2 jedoch ersetzt durch die Ausdehnung der Raumladungszone an der Oberfläche 8 des Bauelements, die die Raumladungszone aufgrund der Dotierungsverhältnisse des Halbleiterkörpers 1 bei maximaler Sperrspannung theoretisch annehmen würde.

Günstig ist, wenn die Breite der Vertiefungen 6 höchstens 20% der Ausdehnung der Raumladungszone an der Oberfläche 8 des Bauelements, die die Raumladungszone aufgrund der Dotierungsverhältnisse des Halbleiterkörpers 1 bei maximaler Sperrspannung theoretisch

5 annehmen würde. Günstig ist, wenn die Breite der Zwischenräume 7 höchsten 30% der Ausdehnung der Raumladungszone an der Oberfläche 8 des Bauelements, die die Raumladungszone aufgrund der Dotierungsverhältnisse des Halbleiterkörpers 1 bei maximaler Sperrspannung theoretisch annehmen würde.

10 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Vertiefungen 6 homogen im Bereich der Feldreduzierungsstruktur verteilt. Die Feldreduzierungsstruktur 6, 7 kann jeweils auch nur bereichsweise an der Oberfläche 8 des Halbleiterkörpers 1 angeordnet sein.

In einer weiteren günstigen Ausführung nehmen die Abstände unmittelbar benachbarter

15 Vertiefungen 6, d.h. die Breite der Zwischenräume 7, ausgehend von einem Hauptsperrübergang mit zunehmender Entfernung vom Hauptsperrübergang ab. Die Feldverteilung an der Oberfläche 8 des Halbleiterkörpers wird dadurch besonders günstig beeinflußt.

In einer besonders bevorzugten Ausführung ist die Feldreduzierungsstruktur unterhalb einer

20 Feldplatte 10 angeordnet, die von der Oberfläche 8 des Halbleiterkörpers 1 durch eine Oxidschicht 9 getrennt ist. Wie bei der angrenzend an eine vergrabene dielektrische Zone 5 angeordneten Struktur gemäß Fig. 1 wird bei der Feldreduzierungsstruktur an der Oberfläche 8 die Ausbreitung einer Raumladungszone durch die Breite der jeweiligen Zwischenräume 7 bestimmt, bei denen der Kanalabschnitt abgesaugt ist.

25

In Fig. 4 ist die Abhängigkeit des Kathodenstroms von der Kathodenspannung für die in Fig. 3 angegebene Struktur im Vergleich zu einer Struktur ohne Vertiefungen 6 und Zwischenräume 7 unterhalb einer Feldplatte 10 angegeben. Während die herkömmliche Bauelementstruktur bereits bei etwa 340 V durchbricht, wird die Sperrspannung bei einem gemäß der

30 Erfindung ausgeführten Bauelement zu höheren Werten verschoben.

Ganz besonders vorteilhaft ist eine Kombination einer Feldreduzierungsstruktur an der Oberfläche eines Halbleiterkörpers gemäß der beschriebenen Art mit einer vergrabenen Struktur gemäß Fig. 1 zur Herstellung eines SOI-Bauelements mit besonders verbesserter Durchbruchspannung.

5

Ein bevorzugtes erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit einer Feldreduzierungsstruktur besteht darin, daß zumindest bereichsweise in die Oberfläche 8 des Halbleiterkörpers 1 Vertiefungen 6 eingebracht werden, und daß die Vertiefungen 6 mit einem Material gefüllt werden, welches hochohmiger als der Halbleiterkörper 1 in den Zwischenräumen 7 zwischen den Vertiefungen 6 ist, oder daß die Oberfläche 8 des Halbleiterkörpers 1 zumindest bereichsweise mit einem Oxid beschichtet wird, und daß in das Oxid Gräben 7 eingebracht und mit Halbleitermaterial gefüllt werden. Anschließend kann eine Feldplatte auf der Struktur abgeschieden werden.

15 Besonders vorteilhaft ist, wenn die Vertiefungen 6 durch Oxidation mit hochohmigem Material gefüllt werden. Günstig ist, wenn das Aspektverhältnis von Breite und Tiefe der Vertiefungen 6 so gewählt ist, daß die Vertiefungen bei der Oxidation mit dem sich bildenden Oxid zuwachsen. Die Vertiefungen 6 können jedoch auch durch Beschichtung mit hochohmigem Material gefüllt werden. Das hochohmige Material ist vorzugsweise ein Dielektrikum, insbesondere ein Oxid, oder auch ein semiisolierendes Material.

20 Bei den erfindungsgemäß dargestellten Bauelementen lassen sich mit einfacher Technologie herkömmliche Bauelementstrukturen so verbessern, daß Sperrspannungen oberhalb von 1000 V erzielt werden können. Daher lassen sich derartige Bauelemente gemäß der Erfindung vorteilhaft in Treiberschaltungen für leistungselektronische Umrichtersysteme einsetzen, die bei höheren Spannungen bei etwa 380 V betrieben werden.

5 1. Halbleiter-Bauelement mit einem Halbleiterkörper (1) und auf diesem zumindest be-
reichsweise angeordneten und/oder aufeinander geschichteten Schichten,
dadurch gekennzeichnet,
daß im Halbleiterkörper (1) und/oder in oberflächennahen Bereichen des Halbleiterkör-
pers (1) zumindest bereichsweise eine laterale, dreidimensionale Struktur (6, 7) ange-
ordnet ist, welche vertikale Vertiefungen (6) im Halbleiterkörper (1) aufweist, innerhalb
10 derer die elektrische Leitfähigkeit geringer ist als in den Zwischenräumen (7) des Halb-
leiterkörpers (1) zwischen den Vertiefungen (6).

15 2. Halbleiter-Bauelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Halbleiter-Bauelement ein laterales Bauelement ist mit einer an ein Substrat (4)
angrenzenden dielektrischen Zone (5) und zwischen dielektrischer Zone (5) und Halb-
leiterkörper (1) zumindest unter einem Teilbereich des lateralen Bauelements angeord-
neter lateraler, dreidimensionaler Struktur (6; 7), die mit der dielektrischen Zone (5) in
20 unmittelbarer Verbindung steht.

25 3. Halbleiter-Bauelement nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die dreidimensionale Struktur Inseln (7) aufweist, welche durch vertikale Vertie-
fungen (6) voneinander getrennt sind, wobei die elektrische Leitfähigkeit in den Vertie-
fungen (6) geringer ist als die in den Inseln (7).

30 4. Halbleiter-Bauelement nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die dreidimensionale Struktur Stege (7) aufweist, welche durch vertikale Vertie-
fungen (6) voneinander getrennt sind, wobei die elektrische Leitfähigkeit in den Vertie-
fungen (6) geringer ist als die in den Stegen (7).

5. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,
daß im Halbleiterkörper (1) zumindest bereichsweise lateral ein Halbleiter aus einem weiteren Material angeordnet ist, welcher an die dielektrische Zone (5) angrenzt.

10. Halbleiter-Bauelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen Substrat (4) und dielektrischer Zone (5) zumindest bereichsweise eine laterale Halbleiterschicht angeordnet ist.

15. Halbleiter-Bauelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen Substrat (4) und dielektrischer Zone (5) zumindest bereichsweise eine laterale Isolatorschicht angeordnet ist.

20. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß bei einem lateral Bauelement zumindest bereichsweise die Breite der Vertiefungen (6) in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das laterale Bauelement kleiner als 10% der lateral Driftstrecke (2) des lateral Bauelements ist.

25. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß bei einem lateral Bauelement zumindest bereichsweise die Breite der Zwischenräume (7) zwischen benachbarten Vertiefungen (6) in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das laterale Bauelement in etwa kleiner als 30% der lateral Driftstrecke (2) ist.

30. 10. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß zumindest bereichsweise Vertiefungen (6) in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das Halbleiter-Bauelement in etwa äquidistant sind.

11. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,

5 dadurch gekennzeichnet,

daß zumindest bereichsweise die Dichte von Vertiefungen (6) in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das Halbleiter-Bauelement verschieden ist.

12. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,

10 dadurch gekennzeichnet,

daß zumindest bereichsweise die Tiefe der Vertiefungen (6) größer ist als deren Breite.

13. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche 2 bis 12,

15 dadurch gekennzeichnet,

daß zumindest bereichsweise das Verhältnis von Breite der Vertiefungen (6) und Dicke der dielektrischen Zone (5) kleiner als 1 ist.

14. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,

20 dadurch gekennzeichnet,

daß zumindest bereichsweise die Breite der Vertiefungen (6) geringer ist die Breite der Zwischenräume (7) zwischen zwei unmittelbar benachbarten Vertiefungen (6).

15. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,

25 dadurch gekennzeichnet,

daß die laterale, dreidimensionale Struktur (6, 7) Stellen an der Oberfläche (8) des Halbleiterkörpers (1) überdeckt, die eine erhöhte Feldstärke aufweisen.

16. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,

30 dadurch gekennzeichnet,

daß die laterale, dreidimensionale Struktur (6, 7) in einer feldringähnlichen Anordnung an der Oberfläche (8) des Halbleiterkörpers (1) angeordnet ist.

17. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß das Halbleiter-Bauelement an der Oberfläche (8) zusätzlich eine Feldreduzierungsstruktur (9, 10) zum Reduzieren einer Raumladungszonenkrümmung und/oder elektrischer Oberflächenfeldstärke des Bauelements aufweist.
5
18. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß Vertiefungen (6) in oberflächennahen Bereichen des Halbleiterkörpers (1) und die Vertiefungen (6) eine Breite aufweisen, die höchstens 20% von der Ausdehnung einer Raumladungszone im Halbleiterkörper (1) an der Oberfläche (8) beträgt, die die Raumladungszone aufgrund von Dotierungsverhältnissen im Halbleiterkörper (1) bei maximaler Sperrspannung theoretisch annehmen würde.
10
19. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß die Breite der Zwischenräume (7) Abstände unmittelbar benachbarter Vertiefungen (6) höchstens 30% von der Ausdehnung einer Raumladungszone an der Oberfläche (8) ist, die die Raumladungszone aufgrund der aufgrund von Dotierungsverhältnissen im Halbleiterkörper (1) bei maximaler Sperrspannung theoretisch annehmen würde.
15
20. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß die Abstände zwischen unmittelbar benachbarten Vertiefungen (6) in oberflächennahen Bereichen des Halbleiterkörpers (1) ausgehend von einem Hauptsperrübergang mit zunehmender Entfernung vom Hauptsperrübergang abnehmen.
25
21. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß die Vertiefungen (6) ein Dielektrikum aufweisen.
30

22. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Vertiefungen (6) ein semiisolierendes Material aufweisen.

5 23. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Bauelement vom IGBT-Typ oder vom Thyristor-Typ ist.

10 24. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Halbleiter-Bauelement eine Diode ist.

15 25. Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit einem Halbleiterkörper und einem
Substrat mindestens nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß an einer Oberfläche des Halbleiterkörpers (1), welche dem lateralen Bauelement
gegenüberliegt, zumindest bereichsweise Vertiefungen (6) geätzt werden, daß die Ver-
tiefungen anschließend mit einem Material gefüllt werden, welches hochohmiger ist als
das Material zwischen den Vertiefungen (6) ist, und mit einer Lage eines dielektrischen
20 Materials überdeckt werden, und daß die überdeckende Lage zumindest mittelbar mit
einem Substrat (4) verbunden wird, oder
daß eine zur Verbindung mit dem Halbleiterkörper (1) vorgesehene Oberfläche eines
Substrats (4) mit einem Oxid versehen wird, daß zumindest bereichsweise Vertiefungen
in das Oxid eingebracht werden, daß die Vertiefungen (6) mit einem Halbleitermaterial
25 gefüllt werden, daß die gefüllten Vertiefungen (6) mit einer Lage aus einem Halbleiter-
material überdeckt werden, und daß die überdeckende Lage mit dem Halbleiterkörper
(1) zumindest mittelbar verbunden wird.

30 26. Verfahren nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet,
daß die überdeckende Lage vor der Verbindung mit dem Substrat (4) oder dem Halb-
leiterkörper (1) planarisiert wird.

27. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Vertiefungen (6) mit demselben Material gefüllt und überdeckt werden.

5

28. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Vertiefungen (6) mit unterschiedlichem Material gefüllt und überdeckt werden.

10 29. Verfahren nach Anspruch 28,

dadurch gekennzeichnet,
daß zum Füllen und zum Überdecken der Vertiefungen (6) unterschiedliches dielektrisches Material oder unterschiedliches semiisolierendes Material oder unterschiedliches Halbleitermaterial verwendet wird.

15

30. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 25 bis 29,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Substrat (4) vor dem Verbinden mit der überdeckenden Lage oxidiert wird oder mit einem Oxid beschichtet wird.

20

31. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 25 bis 30,
dadurch gekennzeichnet,
daß die überdeckende Lage vor dem Verbinden mit dem Substrat (4) mit einem Halbleiter beschichtet wird.

25

32. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 25 bis 31,
dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen Halbleiterkörper (1) und überdeckender Lage ein zusätzliches Halbleitermaterial angeordnet wird.

30

33. Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit einer Feldreduzierungsstruktur mindestens nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,
daß zumindest bereichsweise in die Oberfläche (8) des Halbleiterkörper (1) Vertiefungen (6) eingebracht werden, und daß die Vertiefungen (6) mit einem Material gefüllt werden, welches hochohmiger als der Halbleiterkörper (1) zwischen den Vertiefungen 5 (6) ist, oder daß die Oberfläche (8) des Halbleiterkörpers (1) zumindest bereichsweise mit einem Oxid beschichtet wird, und daß in das Oxid Gräben (7) eingebracht und mit Halbleitermaterial gefüllt werden.

34. Verfahren nach Anspruch 33,

10 dadurch gekennzeichnet,
daß die Vertiefungen (6) durch Oxidation mit hochohmigem Material gefüllt werden.

35. Verfahren nach Anspruch 33 oder 34,

15 dadurch gekennzeichnet,
daß die Vertiefungen (6) durch Beschichtung mit hochohmigem Material gefüllt werden.

36. Verfahren nach Anspruch 33, 34 oder 35,

20 dadurch gekennzeichnet,
daß zumindest bereichsweise auf die Vertiefungen (6) eine feldplattenartige Struktur abgeschieden wird.

37. Verwendung eines Bauelements mit lateraler dreidimensionaler Struktur nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 24 in einer Treiberschaltung für leistungselektronische 25 Umrichtersysteme.

Die Erfindung betrifft ein Halbleiter-Bauelement mit mindestens einem lateralen Bereich, welcher zur Aufnahme einer lateralen elektrischen Feldstärke vorgesehen ist, wobei der 5 Halbleiterkörper im Halbleiterkörper und/oder in oberflächennahen Bereichen des Halbleiterkörpers zumindest bereichsweise eine laterale, dreidimensionale Struktur aufweist, welche vertikale Vertiefungen im Halbleiterkörper aufweist, innerhalb derer die elektrische Leitfähigkeit geringer ist als in den Zwischenräumen des Halbleiterkörpers zwischen den Vertiefungen, sowie Verfahren zur Herstellung sowie eine Verwendung des Halbleiterbauelements.

10 (Fig. 1)

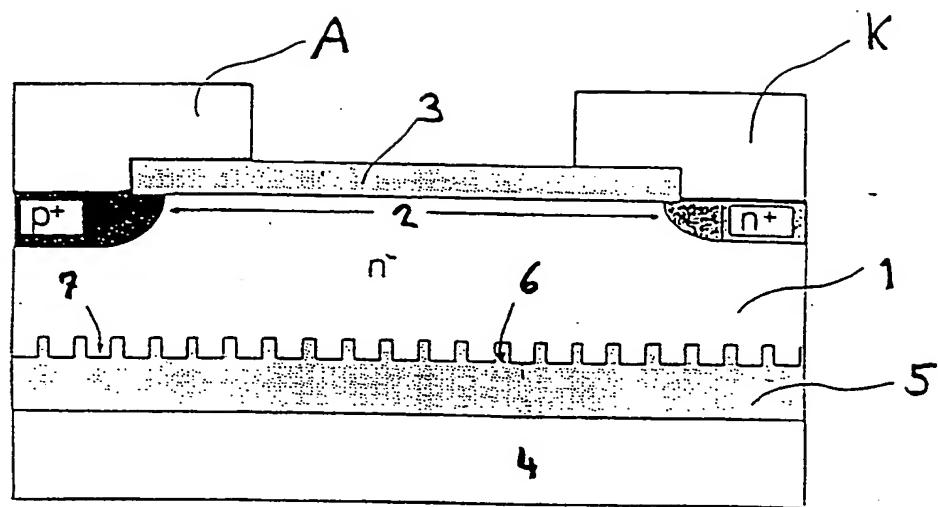


Fig. 1

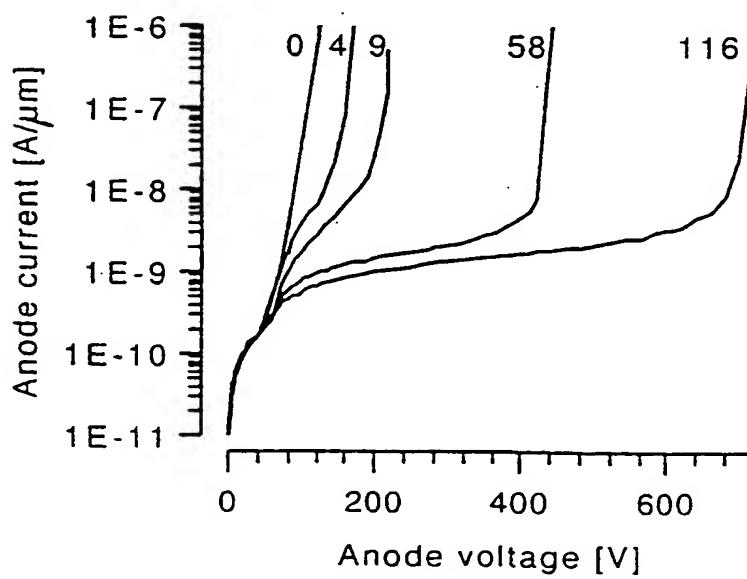


Fig. 2

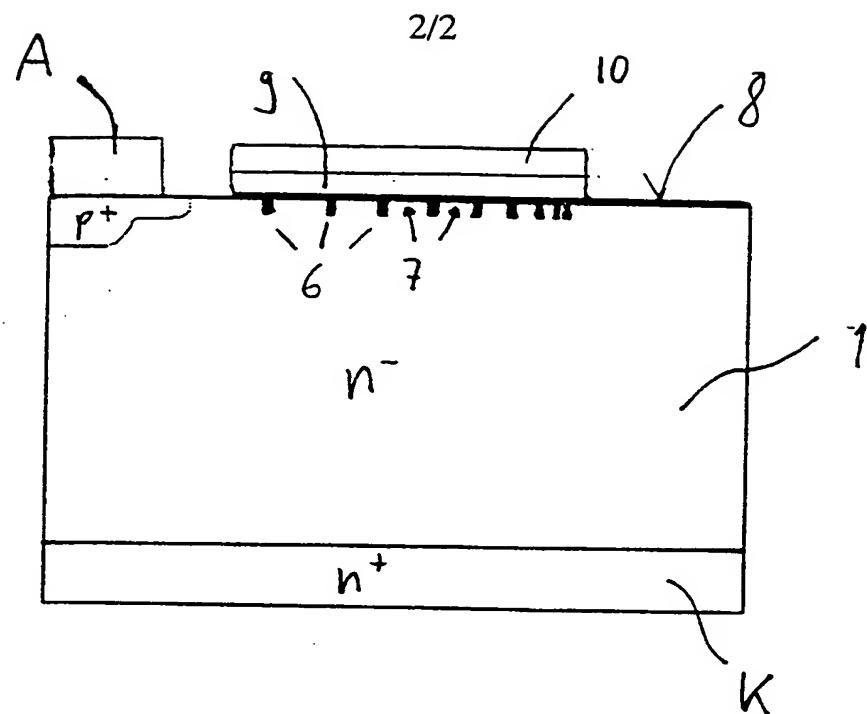


Fig. 3

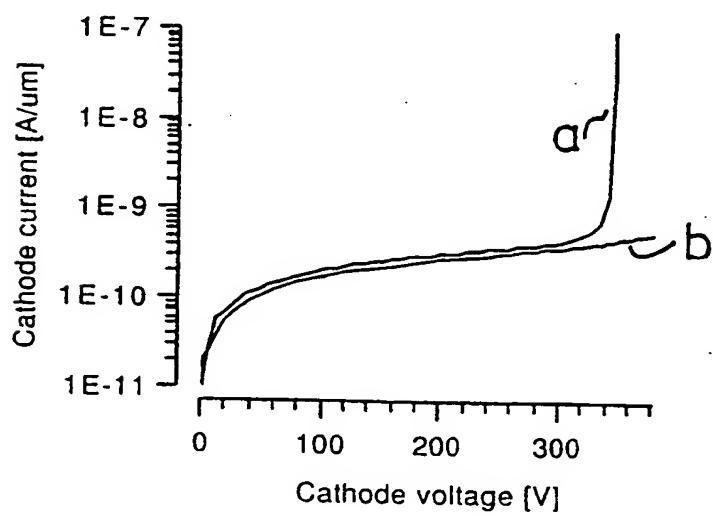


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 99/01410

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H01L29/739 H01L29/74 H01L29/868 H01L29/06 H01L21/331
H01L21/329 H01L21/332 H01L21/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 195 33 956 A (TOSHIBA KAWASAKI KK) 28 March 1996 (1996-03-28) the whole document ---	1-4, 17
A	US 5 640 040 A (YAMAGUCHI YOSHIHIRO ET AL) 17 June 1997 (1997-06-17) abstract; figures 15-17 ---	1, 25
A	EP 0 519 741 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 23 December 1992 (1992-12-23) page 4, line 47 -page 5, line 3; figures 4, 7 -----	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 October 1999

Date of mailing of the international search report

14/10/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mimoun, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/01410

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 19533956	A	28-03-1996	JP	8088377	A	02-04-1996
US 5640040	A	17-06-1997	JP	2016751	A	19-01-1990
			JP	2878689	B	05-04-1999
			US	5438220	A	01-08-1995
			US	5343067	A	30-08-1994
			US	5241210	A	31-08-1993
			DE	3806164	A	08-09-1988
			IT	1216464	B	08-03-1990
			JP	2860089	B	24-02-1999
			JP	9172189	A	30-06-1997
			JP	1103851	A	20-04-1989
			US	5378920	A	03-01-1995
			US	5434444	A	18-07-1995
			US	5536961	A	16-07-1996
			US	5592014	A	07-01-1993
			US	5294825	A	15-03-1994
			EP	0497577	A	05-08-1992
			JP	5136436	A	01-06-1993
			JP	6318714	A	15-11-1994
EP 0519741	A	23-12-1992	DE	69219405	D	05-06-1997
			DE	69219405	T	11-09-1997
			JP	5136435	A	01-06-1993
			US	5323041	A	21-06-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 99/01410

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 H01L29/739 H01L29/74 H01L29/868 H01L29/06 H01L21/331
H01L21/329 H01L21/332 H01L21/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 195 33 956 A (TOSHIBA KAWASAKI KK) 28. März 1996 (1996-03-28) das ganze Dokument ----	1-4,17
A	US 5 640 040 A (YAMAGUCHI YOSHIHIRO ET AL) 17. Juni 1997 (1997-06-17) Zusammenfassung; Abbildungen 15-17 ----	1,25
A	EP 0 519 741 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 23. Dezember 1992 (1992-12-23) Seite 4, Zeile 47 -Seite 5, Zeile 3; Abbildungen 4,7 ----	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

7. Oktober 1999

14/10/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mimoun, B

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01410

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19533956	A	28-03-1996		JP 8088377 A		02-04-1996
US 5640040	A	17-06-1997		JP 2016751 A		19-01-1990
				JP 2878689 B		05-04-1999
				US 5438220 A		01-08-1995
				US 5343067 A		30-08-1994
				US 5241210 A		31-08-1993
				DE 3806164 A		08-09-1988
				IT 1216464 B		08-03-1990
				JP 2860089 B		24-02-1999
				JP 9172189 A		30-06-1997
				JP 1103851 A		20-04-1989
				US 5378920 A		03-01-1995
				US 5434444 A		18-07-1995
				US 5536961 A		16-07-1996
				US 5592014 A		07-01-1993
				US 5294825 A		15-03-1994
				EP 0497577 A		05-08-1992
				JP 5136436 A		01-06-1993
				JP 6318714 A		15-11-1994
EP 0519741	A	23-12-1992		DE 69219405 D		05-06-1997
				DE 69219405 T		11-09-1997
				JP 5136435 A		01-06-1993
				US 5323041 A		21-06-1994